



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Instituto de Biociências – Departamento de Ecologia
Laboratório de Ecologia Vegetal

**Projeto de Restauração Ecológica das Áreas do Antigo Canteiro de Obras
da Usina Hidrelétrica Machadinho (UHMA)**

Equipe Executora

Doutora Sandra Cristina Müller (CRBio 25107-03D)

Doutor Juliano Morales de Oliveira (CRBio 45427-03D)

Mestre Adriana Schüller da Silva (CRBio 69255-03D)

Mestre Ana Luiza Leichter Matte (CRBio 63537-03D)

Consórcio
Machadinho

Setembro de 2009



Índice

1. Apresentação do projeto.....	03
2. Levantamento de dados sobre as áreas de restauração.....	05
3. Mapa das áreas de restauração.....	06
4. Técnicas de manejo indicadas.....	08
4.1. Adubação e correção de solo.....	08
4.2. Semeadura de leguminosas herbáceas.....	09
4.3. Plantio de mudas de árvores nativas.....	12
4.3.1. Plantio em linhas.....	14
4.3.2. Plantio em núcleos.....	16
4.4. Leiras de galharia.....	16
4.5. Núcleos de cobertura com matéria orgânica morta.....	17
4.6. Controle de ervas exóticas invasoras.....	17
4.7. Controle de árvores exóticas invasoras.....	18
4.8. Contensão de erosão de margens.....	18
5. Histórico, situação atual e indicação de manejo das áreas de restauração.....	20
6. Considerações finais.....	42
7. Referências bibliográficas.....	44
8. Apêndices.....	45
9. Anexos.....	59



1. Apresentação do projeto

Este projeto tem por objetivo geral a restauração ecológica das áreas do antigo canteiro de obras da Usina Hidrelétrica Machadinho (UHMA), situadas próximas à Usina, no município de Piratuba, Santa Catarina.

Após a construção da UHMA restaram áreas com necessidade de recuperação intensa, que representam os antigos locais das obras de infra-estrutura de apoio para a construção da barragem. Estes locais tiveram diversas intervenções, que envolveram terraplanagem para instalação do canteiro de obras, cortes e aterros para implantação de vias de acesso, zonas de exploração de materiais utilizados na construção da usina, escavações e construções em geral.

Em 2000 foram realizadas as primeiras intervenções nas áreas do antigo canteiro de obras, com o intuito de recuperação ambiental (Anônimo 2000). Estas áreas tiveram os materiais de construção retirados, foram aterradas e houve a semeadura de espécies de rápida cobertura, como é o caso da *Brachiaria* sp. Além disso, foram plantadas mudas de espécies nativas, mas com aparente baixo sucesso de pega. Mais informações sobre o conjunto de intervenções aplicadas nas áreas, em 2000, podem ser obtidas no Plano Diretor de Recuperação Ambiental destas áreas (Anônimo 2000).

A recuperação de áreas degradadas exige acompanhamento adequado e contínuo, devendo seguir metodologias amplas, porém ajustadas e adequadas às situações específicas do local propriamente dito. As áreas do antigo canteiro de obras da UHMA continuam em estado aparente de degradação e vários podem ser os motivos para tanto. As condições edáficas adversas e a presença de espécies herbáceas agressivas (p.ex. capim-braquiária – *Brachiaria* sp. – e a grama-bermuda – *Cynodon dactylon*) são fatores que certamente tem retardado o desenvolvimento inicial de espécies florestais características da região, uma vez que são observadas manchas remanescentes ao redor destas áreas, que devem estar fornecendo propágulos às áreas.

O projeto aqui apresentado segue as premissas da ecologia da restauração, uma ciência que ainda está em fase de desenvolvimento (Palmer *et al.* 1997), pois teve origem na necessidade premente e prática em se recuperar ambientes degradados pelo manejo e uso de



recursos ou áreas naturais. As técnicas que estão sendo sugeridas visam melhorar as condições gerais do solo e dos microhabitats de cada área, acelerar os processos de restauração, porém sem qualquer intervenção agressiva (p.ex. gradagem e aração do solo), uma vez que os locais já estão com uma certa estrutura vertical e horizontal de sucessão secundária inicial. Ou seja, as técnicas aqui sugeridas deverão ser empregadas de modo que não ocorra um retrocesso no processo natural da sucessão.

O termo restauração nesse projeto será empregado conforme Rodrigues & Gandolfi (2001) e compreende “qualquer atividade de ‘recuperação’ que tenha como objetivo principal o restabelecimento dos ‘processos ecológicos’ e portanto da integridade ecológica daquele ecossistema” (o anteriormente degradado). Segundo este conceito, a preocupação maior não é reconstruir um ‘modelo único’ de ecossistema, idealizado pela condição original deste, mas sim um modelo que seja sustentável e ecologicamente viável, para que possa no futuro se confundir com o localmente natural.

Modelos atuais de restauração ou recuperação de áreas degradadas estão fundamentados principalmente em conceitos e teorias de ecologia de comunidades e, mais recentemente, de populações (Temperton *et al.* 2004). Há um consenso geral de que a restauração de ecossistemas degradados deve utilizar os conceitos de diversidade de espécies, interação entre espécies e sucessão ecológica, para alcançar a meta de auto-sustentabilidade dos ecossistemas restaurados (Allen *et al.* 1997, Rodrigues & Leitão Filho 2001, Kageyama *et al.* 2003). Isto é, a sua reprodução deve estar garantida, e para isso, além da diversidade de espécies (conceito de comunidade) a diversidade genética de suas populações é fundamental para a continuidade evolutiva das espécies, e por conseguinte das comunidades.

Além de seguir os fundamentos da restauração ecológica, este projeto procura adequar as técnicas encontradas na literatura à disponibilidade de recursos existentes no local ou na região e às próprias condições das áreas observadas *in loco*, propondo metodologias alternativas. De modo geral, o projeto apresenta (i) as condições atuais da cobertura vegetal das 21 áreas definidas pela Tractebel Energia como foco deste projeto (**Anexo 1**), (ii) o mapeamento destas áreas com seus limites ajustados e quantificados, (iii) as diferentes técnicas de restauração que serão empregadas nas áreas, e (iv) a caracterização de cada uma das 21 áreas, com seu respectivo histórico, condição atual e indicação de técnica a ser empregada à recuperação a partir deste projeto.



Neste projeto ainda falta indicar as proporções de aplicação de adubação química e calagem do solo, tendo em vista que as análises das amostras de solo local ainda não estão finalizadas. Pretende-se com isso, apresentar um adendo a este projeto em meados de 15 de outubro, com todas as indicações técnicas e recomendações específicas de adubação e calagem para cada uma das áreas de restauração.

2. Levantamento de dados sobre as áreas de restauração

Este projeto abrange a restauração ecológica de 21 áreas do antigo canteiro de obras da UHMA. A identificação destas áreas foi embasada nas determinações da Tractebel Energia, conforme demonstrado no Mapa da Obra (**Anexo 1**). A partir das nossas avaliações, propomos uma delimitação ajustada para cada uma das áreas, redefinida com base nas imagens de satélite *Quickbird* do ano de 2008, fornecidas pela Tractebel, pois foram detectados desvios nos limites originalmente propostos. Essas imagens de alta resolução permitiram realizar retificações e ajustes das 21 áreas inicialmente delimitadas sobre um recorte da imagem disponível no *Google Earth*. Na ocasião, as imagens *Quickbird* de 2008 ainda não estavam disponíveis. Desta forma, o novo desenho das áreas foi ajustado à realidade das imagens de 2008. A comparação entre os dois limites pode ser visualizada no **Apêndice 1**. Todo o projeto descrito na sequência segue os limites propostos com a imagem de satélite *Quickbird* do ano de 2008. Os detalhes da metodologia utilizada para determinar estes novos limites estão no item 3.

Para cada uma das 21 áreas foi levantado o histórico de uso das áreas, obtido no Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas (Anônimo 2000).

As condições atuais de cobertura da vegetação e solo foram levantadas a campo nos dias 15 e 16 de setembro de 2009. As áreas foram percorridas para identificar as espécies vegetais predominantes, o grau de cobertura e dominância de espécies exóticas, e para coletar amostras de solo (0-20 cm de profundidade) para análise de fertilidade. As amostras de solo foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde serão realizadas análises completas para cada amostra. Estas análises indicarão as proporções de macronutrientes e alguns



micronutrientes, o conteúdo de argila e de matéria orgânica, o pH, segundo metodologia descrita em Tedesco *et al.* (1995).

3. Mapa das áreas de restauração

Conforme anunciado acima, novos limites, retificados e ajustados, estão sendo propostos para as 21 áreas de restauração correspondentes aos locais do antigo canteiro de obras da UHMA. A **Figura 1** apresenta uma vista geral das 21 áreas com seus novos limites e suas respectivas numerações¹. Segundo a informação inicial, as áreas corresponderiam a cerca de 35 hectares (**Anexo 1**). Entretanto, com base nos novos limites das áreas, o total perfaz 43,25 ha (**Tabela 1**).

A metodologia utilizada para a nova delimitação das áreas de restauração seguiu as etapas descritas a seguir. O primeiro passo foi realizar o tratamento da imagem Quickbird de 2008. Esta etapa consistiu na geração de uma composição colorida falsa-cor ou RGB (*Red, Green, Blue*) das bandas 123, com o auxílio do software Idrisi (Clarklabs©). O resultado observado na imagem de saída é uma cobertura florestal com textura e coloração (verde escura) que nos permite distinguir as áreas do canteiro de obras do entorno, onde encontramos predominância de florestas. Após, em uma escala de visualização 1:2.500, ajustamos os limites das áreas degradadas mapeadas pela Tractebel Energia, corrigindo-as conforme a imagem de 2008 gerada anteriormente. O ajuste foi feito no Cartalinx (Clarklabs©). Por fim, calculamos a área dos canteiros de obra com base no mapa ajustado, utilizando o software Arc View 3.2 (ESRI©).

¹ Para uso nos trabalhos a campo (plantio e monitoramentos), são apresentadas imagens com aproximação maior das áreas de restauração, o que facilitará a localização em campo.



Área dos canteiros de obra - Usina Hidrelétrica de Machadinho

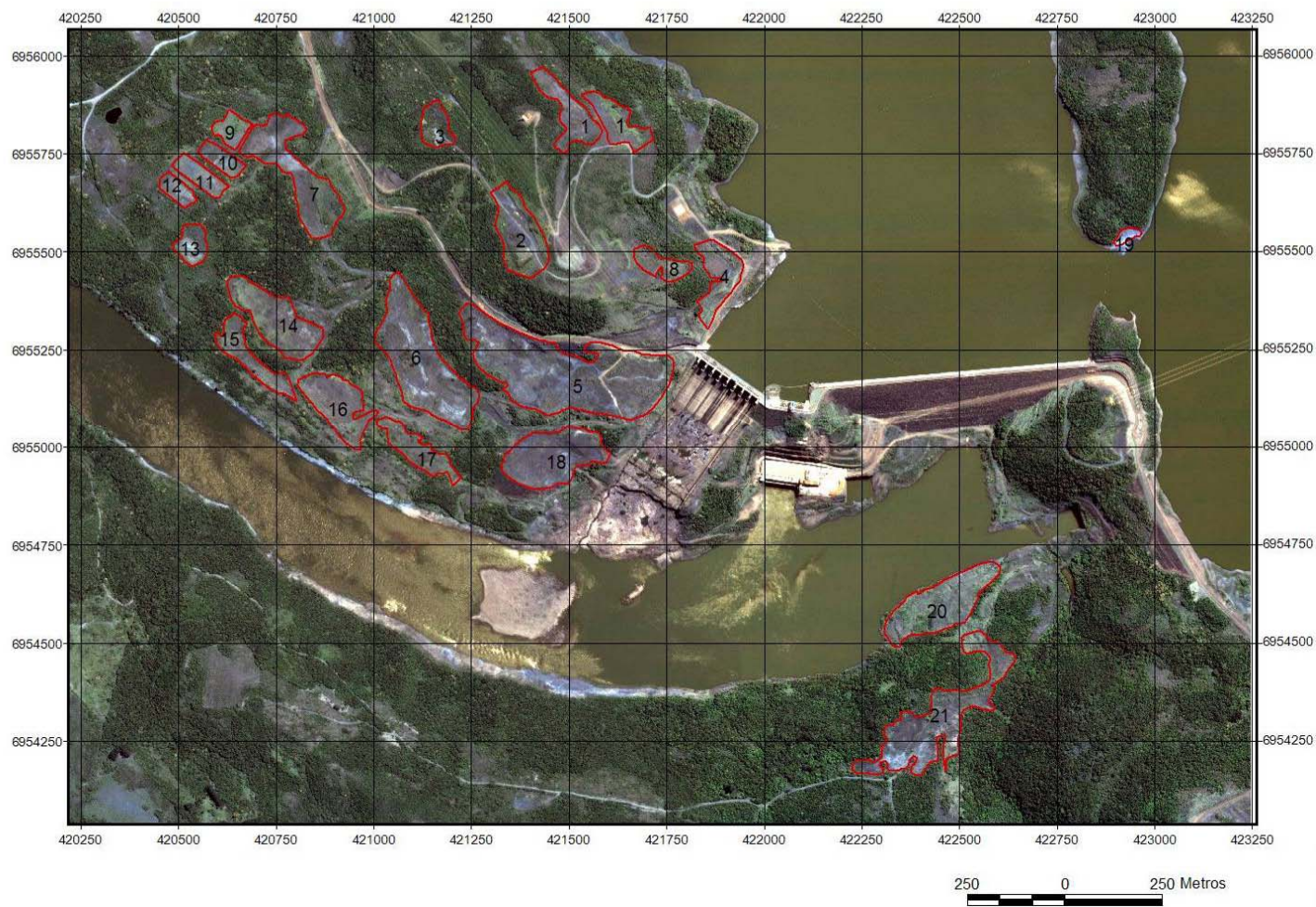


Figura 1: Vista geral das 21 áreas, com seus novos limites e respectiva numeração, que serão restauradas.



Tabela 1: Tabela com as 21 áreas de restauração definidas neste projeto, numeradas conforme o mapa da Figura 1, com suas respectivas dimensões (área; ha) e coordenadas X e Y, considerando um ponto central mediano. As coordenadas estão em UTM, com Datum SAD69.

N. Área restauração	Área (hectare)	Coordenada X (UTM; ponto central)	Coordenada Y (UTM; ponto central)
1	2,537	421623	6955830
		421492	6955860
2	2,115	421374	6955557
3	0,721	421163	6955828
4	1,402	421883	6955417
5	8,213	421493	6955220
6	4,734	421135	6955246
7	3,042	420822	6955694
8	0,707	421740	6955469
9	0,552	420637	6955810
10	0,553	420610	6955736
11	0,680	420555	6955694
12	0,462	420500	6955658
13	0,665	420530	6955517
14	2,428	420748	6955332
15	1,236	420667	6955231
16	1,952	420909	6955091
17	1,204	421115	6954990
18	2,874	421466	6954972
19	0,184	422930	6955539
20	2,896	422455	6954600
21	4,276	422434	6954347
Total (hectare)	43,432		

4. Técnicas de manejo indicadas

A seguir são apresentadas as diferentes técnicas de manejo que serão adotadas nas 21 áreas de restauração contempladas nesta etapa do projeto. Cada técnica é descrita detalhadamente e, posteriormente, no item 5 serão apontadas quais técnicas serão adotadas em cada área.

4.1. Adubação e correção de solo

Todas as áreas de restauração deverão ter medidas de adubação e provável correção do pH do solo com calagem. Tanto o adubo químico quanto a aplicação de calcário deverão ser



“a lanço”, ou seja, as medidas correspondentes a cada uma das áreas deverão ser espalhadas a mão, por caminhamentos, distribuindo regularmente o adubo e o calcário sobre toda a abrangência das áreas, sem fazer uso de trator ou qualquer outro equipamento de aração do solo. A opção pelo método “a lanço” se deve por termos constatado um estado de recuperação das áreas, o qual não queremos retroceder. Na maioria das áreas já ocorrem muitos indivíduos de vassouras e outras espécies lenhosas formando um estrato arbustivo considerável, que aos poucos irá sombrear o estrato de herbáceas exóticas que ainda predomina em muitos locais. Outro motivo que nos fez optar por este método “a lanço” é justamente a presença maciça de espécies herbáceas exóticas (*Brachiaria* sp. – capim-braquiária, *Cynodon dactylon* – grama-bermuda, *Digitaria eriantha* subsp. *pentzii* – pangola), extremamente agressivas, que seriam “beneficiadas”, tanto pela ativação do banco de sementes do solo quanto pela divisão de touceiras, caso houvesse qualquer escarificação ou distúrbio das primeiras camadas de solo. Portanto, não serão utilizados equipamentos e tratores para a realização da adubação e calagem, assim como também não serão utilizados na semeadura das leguminosas (ver abaixo). Salientamos que qualquer transporte que seja necessário realizar para o interior das áreas de restauração deverá ser feito com máquinas de pequeno porte, tipo “tobatas” e carretos.

As quantidades exatas de adubação e calagem do solo por área serão definidas posteriormente, em um adendo a este projeto, o qual deverá ser entregue em meados de 15 de outubro. As quantidades serão embasadas tecnicamente nos resultados das análises do solo.

4.2. Semeadura de leguminosas herbáceas

Visa aumentar a cobertura vegetal e a disponibilidade de nitrogênio no solo através do estabelecimento de espécies de leguminosas herbáceas, bem como o aumento de matéria orgânica no solo. Além dos resíduos vegetais servirem como fonte de energia e nutrientes, a manutenção de uma cobertura verde cria microhabitats favoráveis aos organismos do solo, propiciando uma melhora em longo prazo.

As espécies indicadas para o ciclo de verão estão listadas na **Tabela 2**, sendo que foi dada prioridade àquelas de hábito ereto, que potencialmente irão exigir menor cuidado posterior no coroamento nas mudas de árvores que serão plantadas concomitantemente.

A semeadura das leguminosas também será “a lanço” pelos mesmos motivos apontados acima para a técnica de espalhamento de adubo e calcário (item 4.1). A fim de otimizar o



sucesso da semeadura, sementes das espécies indicadas na Tabela 2 deverão ser misturadas (policultivo), pois cada tipo de planta tende a apresentar um sistema de raízes diferente e o conjunto delas, portanto, tende a explorar melhor a superfície das áreas e o solo propriamente dito. O objetivo é ampliar as potencialidades de exploração dos recursos e assim ampliar a capacidade de recuperação das condições químicas e biológicas do solo, propiciando melhores condições para o desenvolvimento das mudas de árvores e para o potencial estabelecimento natural de plantas nativas da região.

Tabela 2: Espécies de leguminosas herbáceas, encontradas no comércio, indicadas para as semeaduras de cobertura verde.

Espécie	Nome comum	Hábito de crescimento
<i>Cajanus cajan</i>	Guandú	ereto
<i>Arachis pintoi</i>	Amendoim forrageiro	rastejante
<i>Mucuna</i> spp.	Mucuna	volúvel
<i>Canavalia ensiformis</i>	Feijão de porco	ereto
<i>Crotalaria</i> sp.	Crotalária	ereto
<i>Stylosanthes guianensis</i>	Estilosantes	ereto

A mistura deverá compor, preferencialmente, três ou mais espécies. O total de sementes por hectare irá variar conforme as outras técnicas de manejo que estão sendo indicadas para cada uma das 21 áreas. Portanto, no **item 5** estão explicitadas as quantidades de semente de leguminosas que deverão ser semeadas especificamente para cada uma das áreas. Para algumas áreas, em especial para aquelas com declividade, será indicado uma semeadura em cova rasa (realizada com enxada, o suficiente para enterrar a semente a 5 cm), a fim de assegurar a germinação e evitar a perda das sementes por processos de erosão hídrica.

Antes da semeadura, as sementes devem receber um tratamento para diminuição da sua dormência, conforme as indicações para cada espécie (informações obtidas nos locais de comercialização das sementes). Algumas espécies não necessitam de escarificação, como é o caso do Guandu. Em geral, um tratamento térmico com água quente (80° a 100°C) por um tempo determinado parece resolver a quebra da dormência para várias espécies. Entretanto, este tempo varia de espécie para espécie e, em alguns casos, é necessário outro método. Portanto, a informação deve ser obtida no momento da compra da semente e, caso não obtenham tal informação, a equipe responsável deve entrar em contato conosco.

Além da quebra da dormência, estamos recomendando que se faça a inoculação das



sementes com rizóbio (*Rhizobium* sp.) e a posterior peletização das mesmas, momentos antes do plantio. Essa recomendação se baseia no fato de que o solo destas áreas se encontra bastante degradado e provavelmente é pobre em microorganismos naturais, entre eles, as bactérias fixadoras de nitrogênio. Com a inoculação e a peletização espera-se obter um maior sucesso na germinação e estabelecimento das plântulas nas áreas degradadas. Preferencialmente, todo esse processo de inoculação de rizóbio e peletização deve ser feito no dia do plantio. Tanto as estirpes de rizóbio (inoculantes) quanto os veículos de inoculação (em geral são indicados fosfatos naturais, como fosfato-de-patos e fosfato-de-araxá) podem ser obtidos no mercado, nos mesmos locais de venda de sementes de leguminosas. Existem inoculantes específicos a certas espécies de leguminosas e existem inoculantes de amplo espectro, são os chamados polivalentes ou do tipo “Grupo I”.

A seguir descrevemos brevemente o processo de inoculação e peletização de sementes de leguminosas e alguns aspectos de fundamental relevância para o sucesso do mesmo:

- O inoculante deve ser armazenado em geladeira com temperatura em torno de 5°C e, quando transportado, deve ser embalado em caixas de isopor.
- O inoculante e a semente inoculada nunca devem ser expostos ao sol, a fim de evitar perda de sua efetividade.
- Para inocular é necessário misturar o inoculante em um adesivo (o adesivo² pode ser obtido pelo aquecimento de uma solução água contendo polvilho de mandioca a 5% - 50 gramas de polvilho por litro d’água) e então despejar a mistura (inoculante + adesivo) sobre as sementes, misturando bem, de forma que todas fiquem envoltas pelo produto.
- Quanto menor o tamanho da semente, maior é a quantidade de adesivo e inoculante necessária para uma boa inoculação (p.ex.: 280 ml de adesivo e 3,4 kg de veículo são recomendados para 10 kg de sementes pequenas, ou 14 kg de sementes médias, ou 27 kg de sementes grandes). A lógica é que quanto maior a relação de superfície das sementes por kg, maior deve ser a quantidade de inoculante/veículo para que depois se forme um pélete adequado.
- Em seguida, é feita a peletização que consiste em adicionar às sementes umedecidas pela mistura o veículo para peletização (fosfatos naturais – fosfato-de-patos ou

² Existem outros adesivos no mercado – como celofas a 5% e goma arábica 45% –, mas em geral demandam maior investimento econômico.



fosfato-de-araxás). Em certas circunstâncias, para aumentar o tamanho do pélete, após a aplicação de uma camada do veículo pode-se aplicar mais adesivo e passar uma segunda camada.

- Em seguida, as sementes são postas a secar na sombra, por cerca de meia hora.
- As sementes inoculadas e peletizadas devem ser plantadas preferencialmente no mesmo dia ou, no máximo, até dois dias após a inoculação.

4.3. Plantio de mudas de árvores nativas

A restauração das áreas do antigo canteiro de obras prevê o plantio de um total de 27.000 mudas de espécies nativas no período de 1 ano.

O plantio de mudas visa suplantar as limitações de dispersão e de estabelecimento de espécies lenhosas para acelerar o processo de sucessão secundária. A **Tabela 3** apresenta uma lista com espécies arbóreas recomendadas, com base na atual disponibilidade de mudas no viveiro Horto Florestal da Usina Hidrelétrica de Passo Fundo. São pioneiras e secundárias iniciais ocorrentes na região, capazes de se desenvolver sob alta incidência luminosa e em solos pobres e compactados, desde que plantadas em covas adequadas e devidamente acompanhadas após o plantio.

Em cada área, cerca de 50% das mudas deverão ser de espécies pioneiras e 50% de secundárias iniciais. A riqueza mínima de espécies por área deve ser de 20 a 30 espécies, conforme o tamanho das áreas (**as especificações locais constam no item 5**). A riqueza e a densidade de espécies pioneiras e de secundárias iniciais para cada uma das 21 áreas são apresentadas no **item 5** deste projeto.

O plantio das mudas previsto para as áreas de restauração deverá ocorrer preferencialmente até 15 de dezembro de 2009. Contudo, caso não seja possível realizar o plantio até essa data, deverá ser postergado para março e abril de 2010, uma vez que o período de ápice do verão deve ser evitado.

A etapa de restauração preconizada neste projeto prevê que não serão plantadas espécies tardias, ou seja, espécies de crescimento lento e pouco tolerantes ao sol, devido às condições extremamente adversas das áreas. No início de maio de 2010 será apresentado um adendo ao projeto prevendo o plantio de novas mudas, não contempladas neste planejamento. De acordo com os monitoramentos, poderão ser indicadas espécies tardias para áreas com sinais de melhora das condições abióticas (solo e luminosidade) ou serão novamente mudas



de pioneiras e secundárias iniciais. O número de mudas que comporá este adendo será de apenas 2.000 mudas, uma vez que no presente projeto estão previstas 25.000 mudas (veja as quantidades para cada área no item 5).

Tabela 3: Lista das espécies de árvores pioneiras (P) e secundárias iniciais (I) indicadas para os plantios desta primeira fase. As espécies indicadas com 1 asterisco (*) necessitam de confirmação taxonômica **antes** do plantio efetivo (a informação apresentada foi dada pelo viveiro³). As espécies indicadas com 2 asteriscos (**) necessitam ser produzidas, pois não há disponibilidade atual no viveiro Horto Florestal da Usina de Passo Fundo. Espécies indicadas com # terão um uso específico, determinado no parágrafo abaixo.

Família	Espécies	Nome comum	Categoria
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Aroeira-periquita	P
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Aroeira-vermelha	P
Cannabaceae	<i>Celtis spinosa</i> *	Tala	P
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> **	Grandiúva	P
Combretaceae	<i>Terminalia australis</i> **	Sarandi-amarelo	P #
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania schottiana</i> **	Sarandi	P #
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> **	Leiteiro	P
Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i>	Pata-de-vaca	P
Fabaceae	<i>Acacia bonariensis</i>	Unha-de-gato	P
Fabaceae	<i>Calliandra brevipes</i> **	Caliandra, topete-de-cardeal	P #
Fabaceae	<i>Calliandra tweediei</i> **	Topete-de-cardeal vermelho	P #
Fabaceae	<i>Ateleia glazioveana</i> **	Timbó	P
Lythraceae	<i>Cuphea cartagenensis</i> *	Sete-sangria	P
Myrsinaceae	<i>Myrsine ferruginea</i> **	Capororoca-miúda	P
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> **	Mamica-de-cadela	P
Solanaceae	<i>Acnistus breviflorus</i> *	Espora-de-galo	P
Annonaceae	<i>Rollinia silvatica</i>	Araticum	SI
Bignoniaceae	<i>Jacaranda micrantha</i>	Caroba	SI
Bignoniaceae	<i>Tabebuia heptaphylla</i>	Ipê-roxo	SI
Bignoniaceae	<i>Tabebuia alba</i> *	Ipê-amarelo	SI
Boraginaceae	<i>Cordia americana</i>	Guajuvira	SI
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i>	Louro-pardo	SI
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> **	Cocão	SI
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Branquilha	SI
Fabaceae	<i>Albizia polycephala</i> *	Angico branco	SI
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Angico vermelho	SI
Fabaceae	<i>Peltoporum dubium</i>	Canafístula	SI
Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i>	Canela-do-brejo	SI
Fabaceae	<i>Inga Vera</i>	Inga-beira-rio	SI
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Inga-feijão	SI
Fabaceae	<i>Lonchocarpus campestris</i> **	Rabo-de-bugio-amarelo	SI
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i>	Canela-amarela	SI
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i>	Açoita-cavalo	SI
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	SI

³ Tractebel Energia.



Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i>	Araça-amarelo ou vermelho	SI
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga	SI
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> **	Pessegueiro-bravo	SI
Rubiaceae	<i>Randia armata</i>	Limoeiro-do-mato	SI
Rutaceae	<i>Philocarpus pennatifolius</i>	Cutieiro (jaborandi)	SI
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i>	Camboatá-vermelho	SI
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i>	Olho-de-pomba	SI

As espécies *Calliandra brevipes*, *Calliandra tweediei*, *Sebastiania schottiana* e *Terminalia australis* deverão ser plantadas em locais específicos – **explicitamente indicados no item 5.19 e 5.20** –, próximos às margens das áreas 19 e 20. Portanto, o número de mudas a ser produzido ou adquirido é pequeno, e elas deverão ser plantadas exclusivamente nas áreas indicadas.

O plantio de mudas será em linhas ou em núcleos, de acordo com o preconizado para cada área (**item 5**). A seguir descrevemos com detalhes cada um dos modelos de plantio adotados neste projeto.

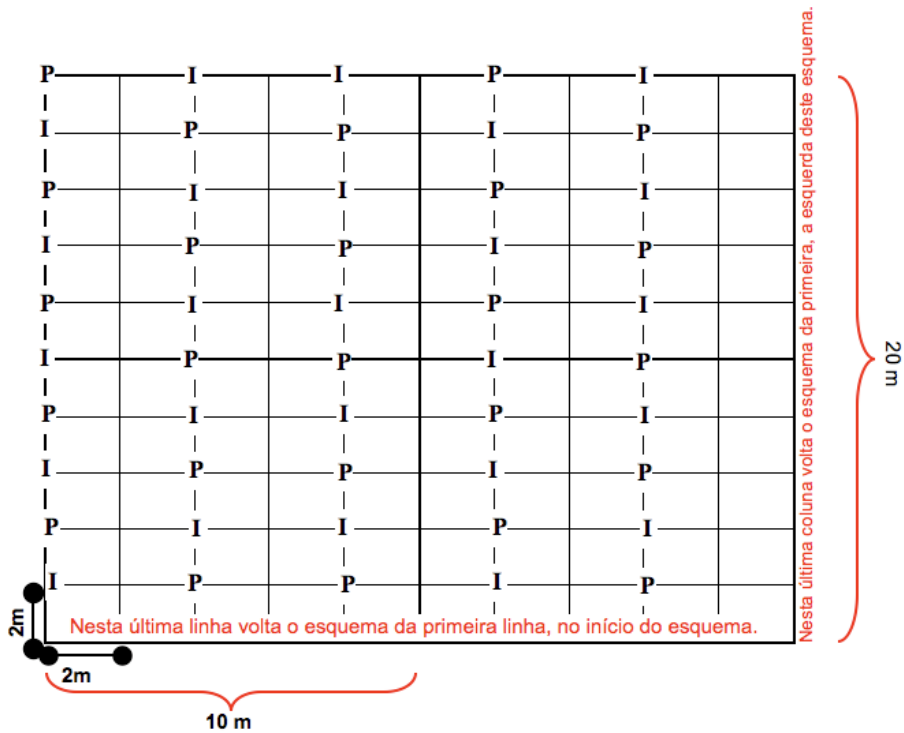
4.3.1. Plantio em linhas

Neste método de plantio, o espaçamento entre linhas será de 4 m e o espaçamento entre mudas nas linhas de 2 ou 4 m, conforme indicação respectiva para cada área. A **Figura 2** detalha o arranjo espacial das mudas pioneiras e secundárias iniciais para plantios em linha.

As mudas serão plantadas em covas de 40 x 40 x 40 cm. As paredes das covas serão escarificadas no momento do plantio, para facilitar o desenvolvimento das raízes, e adubadas. Em cada cova serão adicionados 500 g de composto orgânico misturado à terra. A adubação química na cova será definida com base na análise de fertilidade do solo, a ser concluída em meados de fim de outubro próximo. Uma faixa de 20 cm ao redor de cada cova covas será capinada (coroamento), reduzindo os efeitos da competição com plantas vizinhas. Além do coroamento, o controle de formigas deve ser constante.



A)



B)

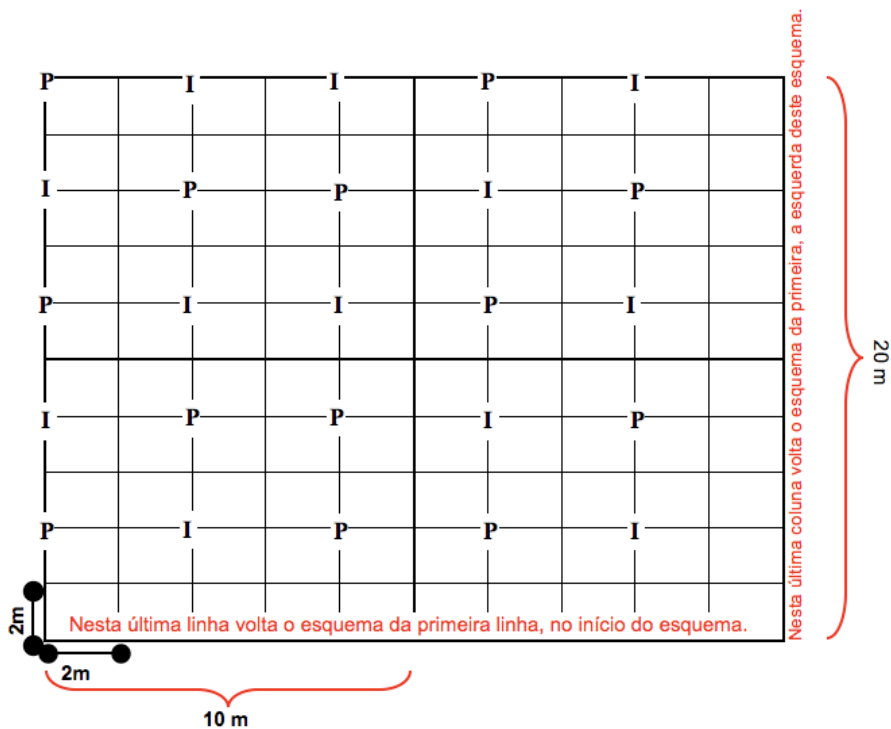


Figura 2. Arranjo espacial das mudas pioneiras (P) e secundárias iniciais (I) para plantios em linha com espaçamento de 4 x 2 m (A) e de 4 x 4 m (B).

4.3.2. Plantio em núcleos

Neste método de plantio, vários núcleos com plantios de mudas são implementados nas áreas destinadas a esta metodologia. Os núcleos de plantio serão parcelas de 10 x 10 m, contendo 36 mudas, espaçadas 2 m entre si. O espaçamento entre núcleos será de aproximadamente 50 m. As recomendações da cova e do coroamento seguem a descrição apresentada para o plantio em linhas. A **Figura 3** detalha o arranjo espacial das mudas pioneiras e secundárias iniciais para plantios em núcleo.

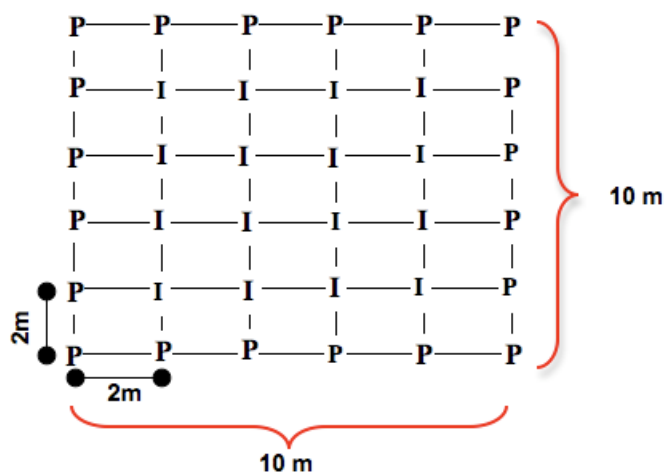


Figura 3: Arranjo espacial das mudas de espécies pioneiras (P) e secundárias iniciais (I) para plantios em núcleos. O esquema da figura representa **um (1) núcleo** com espaçamento entre mudas de 2 x 2 m.

4.4. Leiras de galharia

Visa incrementar matéria orgânica no solo e ampliar o uso da área pela fauna local através da criação de habitats diferenciados. Consiste no empilhamento de troncos e galhos formando leiras de 1 m de altura por 3 m de diâmetro, aproximadamente. Para tanto, serão utilizados troncos e galhos (material do *Log Boom*) que se acumulam nas barreiras de contensão próximas ao barramento (**Figura 4**).



Figura 4: Troncos e galhos acumulados em barreira de contenção próxima ao barramento da UHMA.

4.5. Núcleos de cobertura com matéria orgânica morta

Visa o enriquecimento de matéria orgânica no solo pela deposição de cobertura seca (resíduos vegetais finos, como bagaço de cana-de-açúcar triturado, palha de milho, casca de arroz, macrófitas aquáticas, galhos e troncos triturados) misturada a uma certa quantia de resíduos de “cama-de-aviário”. A mistura de resíduos vegetais com a “cama-de-aviário” será fonte de carbono e nitrogênio, proporcionando condições para o aumento da decomposição e acúmulo de matéria orgânica no solo (melhora na relação C:N). Essa cobertura será feita em núcleos de 10 x 10 m e cerca de 10 cm de espessura (altura), sendo que a quantidade de “cama-de-aviário” para cada núcleo deve ser cerca de 30 kg.

4.6. Controle de ervas exóticas invasoras

Objetiva inibir o crescimento de ervas exóticas invasoras, tais como capim-braquiária (*Brachiaria* spp.) e grama-bermuda (*Cynodon dactylon*), em locais onde estas espécies formam manchas densas e restritivas ao estabelecido de plantas nativas (**Figura 5**). O controle será com sombreamento (abafamento), conforme será indicado para algumas áreas.

O sombreamento consiste na deposição de uma cobertura seca grossa (p.ex.: bagaço de cana-de-açúcar) sobre as manchas dessas espécies invasoras. Para tanto, estamos indicando uma cobertura de 20 kg por metro quadrado (20 kg/m²). Além de inibir o crescimento de espécies invasoras que necessitam de sol, essa técnica melhora as condições de solo pelo incremento de matéria orgânica.



Figura 6: Área com população densa de capim-braquiária (*Brachiaria* sp.).

4.7. Controle de árvores exóticas invasoras

Visa a supressão de árvores exóticas invasoras, tais como *Pinus* spp. (pinheiro), *Hovenia dulcis* (uva-do-japão) e *Eucalyptus* spp. (eucalipto). Indivíduos com menos de 2 m de altura devem ser cortados e os maiores anelados, sendo mantidos nos locais (mortos em pé) a fim de atrair aves dispersoras, pois pode servir como poleiro.



Figura 7: Área com invasão de *Pinus* sp..

4.8. Contensão de erosão de margens

Plantio adensado de arbustos e árvores em áreas de erosão junto às margens do rio e do reservatório. Mudanças de espécies tolerantes à submersão periódica serão priorizadas para o plantio em linhas paralelas à margem, tais como os topetes-de-cardeal (*Calliandra brevipes* e *Calliandra tweediei*), os sarandis (*Sebastiania schottiana* e *Terminalia australis*), o



branquilha (*Sebastiania commersoniana*) e os ingás (*Inga spp.*), serão plantadas em linhas paralelas à margem. O espaçamento será de 2 m entre linhas e de 1 m entre as mudas na linha (**Figura 8**). Além disso, ao longo do monitoramento, poderão ser propostas medidas de contenção com barreiras físicas. Como sugestão inicial seria a colocação de mini-diques de bambu em áreas de maior erosão.

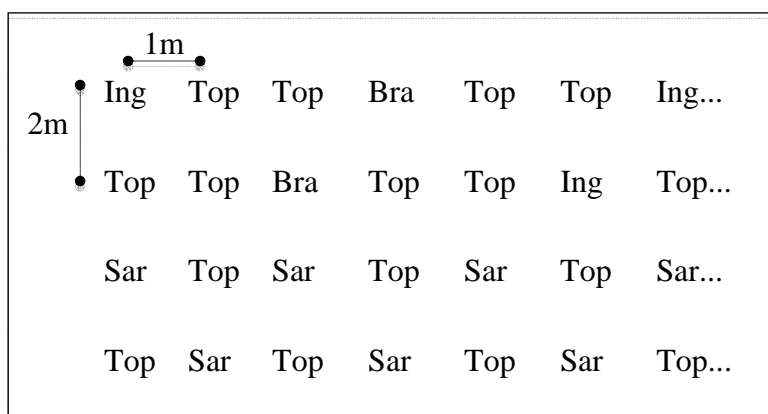


Figura 8. Esquema de plantio junto de margens do reservatório ou do rio. Espaçamento 2 x 1 m. As letras do esquema correspondem às seguintes espécies: Ing= Ingá; Top= Topete-de-cardeal; Bra= Branquilha; Sar= Sarandi. As espécies correspondentes a estes nomes populares estão indicadas no texto.

5. Histórico, situação atual e manejo das áreas de restauração

5.1. Área de Restauração 1

Imagens na **Figura 9** e mapa de referência no **Apêndice 2**. Referente às áreas 23 e 58 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000 (Anônimo 2000).

Superfície	2,53 hectares
Histórico de uso	Área de extração de saibro (solo com textura argilosa e muito pedregosa; área com alta declividade e alto risco de erosão)
Condição atual	Estrato herbáceo composto por capim-braquiária (<i>Brachiaria</i> sp.) e rabo-de-burro (<i>Schyzachirium microstachium</i>). Presença de indivíduos arbóreos do plantio anterior (araucária – <i>Araucaria angustifolia</i> , canafístula – <i>Peltophorum dubium</i> , angico – <i>Parapiptadenia rigida</i>) com cerca de 3 m de altura, bem como arbustos de vassoura-branca (<i>Baccharis dracunculifolia</i>) com cerca de 1,5 m de altura.
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Semeadura de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em linha com espaçamento 4 x 2 m (ver item 4.3.1 e Esquema na Figura 2A).
Pioneiras	1.563 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	1.562 mudas, distribuídas em 20 espécies.
Sementes de leguminosas	60 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 151 kg.



Figura 9: Imagens da Área de Restauração 1.



5.2. Área de Restauração 2

Imagens na **Figura 10** e mapa de referência no **Apêndice 3**. Referente à área 09 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	2,11 hectares
Histórico de uso	Antigo escritório administrativo
Condição atual	Estrato herbáceo composto por grama-bermuda (<i>Cynodon dactylum</i>). Locais com manchas de cana-do-reino (<i>Arundo donax</i>). Presença de alguns indivíduos arbóreo-arbustivos de vassoura-branca (<i>Baccharis dracunculifolia</i>), rabo-de-bugio (<i>Lonchocarpus</i> sp.), angico (<i>Parapiptadenia rigida</i>) e aroeira (<i>Schinus terebinthifolia</i>), com cerca de 2 m de altura. Há entulhos de madeira depositados (figura 10).
Manejo indicado	Remoção ou trituração dos entulhos de madeira que são de grande porte. Troncos que não puderem ser triturados devem ser removidos e depositados em local a ser indicado pela Tractebel. Retirar e dar o destino adequado ao lixo em meio aos galhos e troncos. Controle de ervas exóticas invasoras (ver item 4.6): utilizar os resíduos de madeira que hoje estão acumulados na própria área para sombrear as manchas de grama-bermuda e roçar as manchas de cana-do-reino. Supressão dos indivíduos de <i>Yucca</i> . Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em linha com espaçamento 4 x 2 m (ver item 4.3.1 e Esquema na Figura 2A).
Pioneiras	1.319 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	1.318 mudas, distribuídas em 20 espécies.
Sementes de leguminosas	60 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área= 126 kg



Figura 10: Imagens da Área de Restauração 2.

5.3. Área de Restauração 3

Imagens na **Figura 11** e mapa de referência no **Apêndice 3**. Referente às áreas 21 e 56 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	0,72 hectares.
Histórico de uso	Antigo reservatório de água potável (21), entorno da casa de visita e estrada de acesso à UHE Machadinho (56).
Situação atual	Áreas abertas com predomínio de grama-bermuda (<i>Cynodon dactylum</i>) bastante denso, e presença de fumo-bravo (<i>Solanum mauritianum</i>) com cerca de 3m de altura. Indivíduos de araucária (<i>Araucaria angustifolia</i>) com cerca de 3m de altura, e ipês (<i>Tabebuia</i> sp.). Afloramentos rochosos e terraços diferenciados. Grande quantidade de troncos e galhos, bem como de lixo plástico.
Manejo indicado	Remoção ou trituração dos troncos e galhos, e espalhamento dos resíduos (triturados) na área, evitando-se locais com



	vegetação arbustiva e arbórea. Troncos que não puderem ser triturados devem ser removidos e depositados em local a ser indicado pela Tractebel. Retirar e dar o destino adequado ao lixo em meio aos galhos e troncos. Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em linha com espaçamento 4 x 2 m (ver item 4.3.1 e esquema na Figura 2A).
Pioneiras	450 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	450 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Sementes de leguminosas	60 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 43 kg.



Figura 11: Imagens da Área de Restauração 3.

5.4. Área de Restauração 4

Imagens na **Figura 12** e mapa de referência no **Apêndice 4**. Referente à área 67 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	1,40 hectares.
Histórico de uso	Depósito de material pétreo.
Situação atual	Estrato inferior completamente dominado por capim-braquiária (<i>Brachiaria</i> sp.) com cerca de 1 m de altura. Porção superior da área composta por grama-bermuda (<i>Cynodon dactylum</i>), algumas aroeiras (<i>Schinus terebinthifolia</i>) e muitas vassouras-brancas (<i>Baccharis dracunculifolia</i>).
Manejo indicado	Controle de capim-braquiária através sombreamento, nos locais onde ele é dominante (ver item 4.6 ; Figura 12, primeira imagem). Cerca de 200 m ² podem ser cobertos, junto a locais que não tenha risco do material ser “levado” pela água da chuva. Isso totaliza 4.000 kg de bagaço-de-cana para a área. O plantio nestes locais específicos deve ser mais tarde. Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em linha com espaçamento 4 x 2 m (ver item 4.3.1 e Esquema na Figura 2A).
Pioneiras	875 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	875 mudas, distribuídas em 15 espécies.
Sementes de herbáceas	80 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 112 kg.



Figura 12: Imagens da área de restauração 4.



5.5. Área de Restauração 5

Imagens na **Figura 13** e mapa de referência no **Apêndice 5**. Referente às áreas 15, 16 e 76 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	8,21 hectares
Histórico de uso	Base para estruturas de britagem e estoque de brita.
Situação atual	Estrato inferior com vegetação rala, não contínua. Presença de rabo-de-burro (<i>Schyzachyrium microstachyum</i>). Estrato arbustivo composto por vassoura-branca (<i>Baccharis dracunculifolia</i>) com cerca de 1,5 m de altura. Presença de indivíduos de aroeira (<i>Schinus terebinthifolia</i>), angico (<i>Parapiptadenia rigida</i>), e araçás (<i>Psidium cattleianum</i>). Solo bastante pedregoso e relevo relativamente plano.
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em 35 núcleos (ver item 4.3.2 e Figura 3). Implantação de seis (6) leiras de galharia (item 4.4). Implantação de seis (6) núcleos de deposição de matéria orgânica morta (ver item 4.5). Para a distribuição dos núcleos e das leiras, indicamos utilizar o mapa do Apêndice 5 . A distribuição dos núcleos de mudas e das leiras deve ser por toda a área, mantendo uma distância entre núcleos de cerca de 40 m. Anotar um ponto de referência, tomado com GPS (Datum Sad69).
Pioneiras	630 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	630 mudas, distribuídas em 20 espécies.
Sementes de leguminosas	100 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 821 kg.



Figura 13: Imagens da área de restauração 5.

5.6. Área de Restauração 6

Imagens na **Figura 14** e mapa de referência no **Apêndice 6**. Referente às áreas 60A e 14 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	4,73 hectares
Histórico de uso	Pátio de máquinas (oficina e almoxarifado). Solo muito compactado com espessa camada de pedras e britas.
Situação atual	Estrato herbáceo descontínuo. Vassouras (<i>Baccharis dracunculifolia</i>) com cerca de 1,5 m de altura. Parte da área é úmida, com poucos indivíduos lenhosos.
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em 17 núcleos (ver item 4.3.2 e esquema na Figura 3). Implantação de cinco (5) leiras de galharia (item 4.4). Implantação de cinco (5) núcleos de deposição de matéria orgânica morta (ver item 4.5). Para a distribuição dos núcleos e das leiras, indicamos utilizar o mapa do Apêndice 6 . A distribuição dos núcleos de mudas e das leiras deve ser por toda a área, mantendo uma distância entre núcleos de cerca de 40 m. Sugerimos que no momento da distribuição seja anotado um ponto de referência, tomado com GPS (Datum Sad69).
Pioneiras	306 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	306 mudas, distribuídas em 20 espécies.
Sementes de leguminosas	100 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 473 kg.



Figura 14: Imagens da área de restauração 6.

5.7. Área de Restauração 7

Imagens na **Figura 15** e mapa de referência no **Apêndice 7**. Referente às áreas 01, 08 e 32 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	3,04 hectares
Histórico de uso	Alojamento, refeitórios, ambulatório, estacionamento de ônibus.
Situação atual	Estrato herbáceo descontínuo. Presença do capim cana-do-reino (<i>Arundo donax</i>) bastante alto em algumas regiões. Presença de vassouras (<i>Baccharis dracunculifolia</i>) com cerca de 2 m de altura. Presença de alguns indivíduos arbóreos da exótica uva-do-japão (<i>Hovenia dulcis</i>). Área relativamente plana, com cobertura densa de espécies lenhosas iniciais.
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em linha com espaçamento 4 x 4 m (ver item 4.3.1 e esquema na Figura 2B). Controle de árvores exóticas, principalmente de uva-do-japão (ver item 4.7).
Pioneiras	950 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	950 mudas, distribuídas em 20 espécies.
Sementes de leguminosas	80 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 243 kg.



Figura 15: Imagens da área de restauração 7.

5.8. Área de Restauração 8

Imagens na **Figura 16** e mapa de referência no **Apêndice 4**. Referente à área 58A do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	0,71 hectares.
Histórico de uso	Depósito de estruturas metálicas, sucatas e concretos.
Situação atual	Estrato herbáceo descontínuo e variado, composto basicamente por capim-braquiária (<i>Brachiaria</i> sp.) e rabo-de-burro (<i>Schyzachyrium microstachyum</i>). Estrato arbustivo (<i>Baccharis</i> spp.) com cerca de 1 m de altura, com alguns indivíduos de angico (<i>Parapiptadenia rigida</i>).
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em linha com espaçamento 4 x 2 m (ver item 4.3.1 e Esquema da Figura 2A).
Pioneiras	444 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	443 mudas, distribuídas em 15 espécies.
Sementes de leguminosas	80 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 56 kg.



Figura 16: Imagens da área de restauração 8.

5.9. Área de Restauração 9

Imagens na **Figura 17** e mapa de referência no **Apêndice 7**. Referente às áreas 02 e 03 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	0,55 hectares.
Histórico de uso	Alojamento (lavanderia, ambulatório, estacionamento, área de lazer).
Situação atual	Estrato herbáceo descontínuo com presença de rabo-de-burro (<i>Schyzachyrium microstachyum</i>) e capim-braquiária (<i>Brachiaria</i> sp.), bastante denso em alguns locais. Estrato arbustivo composto por vassouras (<i>Baccharis dracunculifolia</i>) com cerca de 1 m de altura, por vezes menos. Estrato arbóreo composto por indivíduos grandes de canafístula (<i>Peltophorum dubium</i>) que estão frutificando. Contudo, não há presença de regenerantes desta espécie na área. Adicionalmente, há indivíduos de araucária (<i>Araucaria angustifolia</i>) e aroeira (<i>Schinus terebinthifolia</i>).
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em linha com espaçamento 4 x 2 m (ver item 4.3.1 e Esquema da Figura 2A).
Pioneiras	344 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	343 mudas, distribuídas em 15 espécies.
Sementes de leguminosas	80 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 44 kg.



Figura 17: Imagens da área de restauração 9.

5.10. Área de Restauração 10

Imagens na **Figura 18** e mapa de referência no **Apêndice 7**. Referente às áreas 04 e 05 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	0,55 hectares.
Histórico de uso	Alojamento (lavanderia, ambulatório, estacionamento, área de lazer).
Condição atual	Estrato herbáceo contínuo de capim-braquiária (<i>Brachiaria</i> sp.). Estrato arbustivo (<i>Baccharis dracunculifolia</i>) variando de 1 a 2 m de altura. Presença da espécie arbórea exótica <i>Pinus</i> sp.
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em linha com espaçamento 4 x 2 m (ver item 4.3.1 e Esquema da Figura 2A). Controle de árvores exóticas (ver item 4.7), principalmente <i>Pinus</i> sp.
Pioneiras	344 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	343 mudas, distribuídas em 15 espécies.
Sementes de leguminosas	80 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 44 kg.



Figura 18: Imagens da área de restauração 10.

5.11. Área de Restauração 11

Imagens na **Figura 19** e mapa de referência no **Apêndice 7**. Referente às áreas 04, 05 e 07 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	0,68 hectares.
Histórico de uso	Alojamento (lavanderia, ambulatório, estacionamento, área de lazer).
Situação atual	Estrato herbáceo apresentando indivíduos esparsos de capim-braquiária (<i>Brachiaria</i> sp.) e rabo-de-burro (<i>Schyzachyrium microstachyum</i>). Início de adensamento de vassoura-branca (<i>Baccharis dracunculifolia</i>). Presença da espécies exóticas: pinheiro (<i>Pinus</i> sp.) e de samambaia-das-taperas (<i>Pteridium aquilinum</i>).
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em linha com espaçamento 4 x 2 m (ver item 4.3.1 e Esquema da Figura 2A). Controle de árvores exóticas (ver item 4.7), principalmente <i>Pinus</i> sp.
Pioneiras	425 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	425 mudas, distribuídas em 15 espécies.
Sementes de leguminosas	80 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 54 kg.



Figura 19: Imagens da área de restauração 11.



5.12. Área de Restauração 12

Imagens na **Figura 20** e mapa de referência no **Apêndice 7**. Referente às áreas 37 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	0,46 hectares.
Histórico de uso	Alojamento (lavanderia, ambulatório, estacionamento, área de lazer).
Situação atual	Estrato herbáceo apresentando indivíduos esparsos de capim-braquiária (<i>Brachiaria</i> sp.) e rabo-de-burro (<i>Schyzachyrium microstachyum</i>).
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em linha com espaçamento 4 x 2 m (ver item 4.3.1 e Esquema da Figura 2A).
Pioneiras	288 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	287 mudas, distribuídas em 15 espécies.
Sementes de leguminosas	80 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 36 kg.



Figura 20: Imagens da área de restauração 12.

5.13. Área de Restauração 13

Imagens na **Figura 21** e mapa de referência no **Apêndice 8**. Referente à área 07 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	0,66 hectares.
Histórico de uso	Alojamento (lavanderia, ambulatório, estacionamento, área de lazer).
Situação atual	Locais com maior ou menor adensamento de capim-braquiária (<i>Brachiaria</i> sp.), e presença de alguns indivíduos de rabo-de-burro (<i>Schyzachyrium microstachyum</i>) e de grama-estaladeira (<i>Saccharum angustifolium</i>). O entorno da área apresenta vegetação arbórea densa, com presença de goiabeiras (<i>Psidium guajava</i>). Em alguns locais, percebe-se um adensamento de vassouras-brancas (<i>Baccharis dracunculifolia</i>).
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em linha com espaçamento 4 x 2 m (ver item 4.3.1 e Esquema da Figura 2A).
Pioneiras	413 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	412 mudas, distribuídas em 15 espécies.
Sementes de leguminosas	80 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 52 kg.



Figura 21: Imagens da área de restauração 13.

5.14. Área de Restauração 14

Imagens na **Figura 22** e mapa de referência no **Apêndice 8**. Referente às áreas 11, 12 e 13 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	2,43 hectares
Histórico de uso	Carpintaria
Situação atual	Estrato inferior com elevada dominância de grama-bermuda (<i>Cynodon dactylum</i>). Presença de alguns indivíduos de angico (<i>Parapiptadenia rigida</i>) e vassouras-brancas (<i>Baccharis dracunculifolia</i>) com cerca de 2 m de altura.
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em 10 núcleos (ver item 4.3.2 e Esquema da Figura 3). Implantação de quatro (4) leiras de galharia (ver item 4.4). Implantação de quatro (4) núcleos de deposição de matéria orgânica morta (ver item 4.5). Para a distribuição dos núcleos e das leiras, indicamos o mapa da área no Apêndice 8 . A distribuição dos núcleos de mudas e das leiras deve ser por toda a área, mantendo uma distância entre núcleos de cerca de 40 m. Deve ser anotado um ponto de referência, tomado com GPS (Datum Sad69).
Pioneiras	180 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	180 mudas, distribuídas em 20 espécies.
Sementes de leguminosas	100 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 243 kg.



Figura 22: Imagens da área de restauração 14.

5.15. Área de Restauração 15

Imagens na **Figura 23** e mapa de referência no **Apêndice 9**. Referente à área 60B do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	1,24 hectares.
Histórico de uso	Central de britagem (estoque de brita).
Condição atual	Estrato herbáceo com muitas espécies de gramíneas, entre elas rabo-de-burro (<i>Schyzachyrium microstachyum</i>), grama-bermuda (<i>Cynodon dactylum</i>), pangola (<i>Digitaria eriantha</i> subsp. <i>pentzii</i>), grama-estaladeira (<i>Saccharum angustifolium</i>), e a carquejinha (<i>Baccharia articulata</i>). Estrato arbóreo-arbustivo composto por vassoura-branca (<i>Baccharia dracunculifolia</i>) e alguns indivíduos de angico (<i>Parapiptadenia rigida</i>), aroeira-vermelha (<i>Schinus terebinthifolius</i>) e goiabeira (<i>Psidium guajava</i>).
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em linha com espaçamento 4 x 2 m (ver item 4.3.1 e Esquema da Figura 2A).
Pioneiras	775 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	775 mudas, distribuídas em 20 espécies.
Sementes de leguminosas	80 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 99 kg.



Figura 23: Imagens da área de restauração 15.

5.16. Área de Restauração 16

Imagens na **Figura 24** e mapa de referência no **Apêndice 9**. Referente à área 60D do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	1,95 hectares.
Histórico de uso	Estacionamento de betoneiras.
Condição atual	Estrato descontínuo de gramíneas baixas. Adensamento de vassouras (<i>Baccharis dracunculifolia</i>) em alguns locais. Estrato arbóreo composto por alguns indivíduos de angico (<i>Parapiptadenia rigida</i>) e da espécie exótica <i>Pinus</i> sp.
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em sete núcleos (ver item 4.3.2 e Esquema da Figura 3). Implantação de três (3) leiras de galharia (ver item 4.4). Implantação de três (3) núcleos de deposição de matéria orgânica morta (ver item 4.5). Para a distribuição dos núcleos e das leiras, indicamos o mapa da área no Apêndice 9 . A distribuição dos núcleos de mudas e leiras deve ser por toda a área, mantendo uma distância entre núcleos de cerca de 40 m. Deve ser anotado um ponto de referência, tomado com GPS (Datum Sad69). Controle de árvores exóticas (ver item 4.4), como <i>Pinus</i> sp..
Pioneiras	126 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	126 mudas, distribuídas em 20 espécies.
Sementes de leguminosas	100 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 195 kg.



Figura 24: Imagens da área de restauração 16.

5.17. Área de Restauração 17

Imagens na **Figura 25** e mapa de referência no **Apêndice 10**. Referente à área 60C do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	1,20 hectares.
Histórico de uso	Pátio de estocagem de peças da eletromecânica. Solo coberto com brita e muito compactado.
Condição atual	Estrato herbáceo denso e contínuo dominado por grama-bermuda (<i>Cynodon dactylum</i>) com cerca de 1m de altura. Estrato arbóreo-arbustivo composto por vassouras (<i>Baccharis dracunculifolia</i>), aroeiras (<i>Schinus terebinthifolia</i>), grandiúvas (<i>Trema micrantha</i>) e ingás (<i>Inga marginata</i>). Algumas vassouras ao de grande porte.
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em linha com espaçamento 4 x 2 m (ver item 4.3.1 e Esquema da Figura 2A).
Pioneiras	750 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	750 mudas, distribuídas em 20 espécies.
Sementes de leguminosas	80 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 96 kg.



Figura 25: Imagens da área de restauração 17.



5.18. Área de Restauração 18

Imagens na **Figura 26** e mapa de referência no **Apêndice 10**. Referente à área 59 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	2,87 hectares
Histórico de uso	Bota-fora (área de estoque 4 + estoque de matacões).
Condição atual	Estrato de herbáceas descontínuo, predominantemente formado por rabo-de-burro (<i>Schyzachyrium microstachyum</i> e <i>Andropogon bicornis</i>), ambas gramíneas nativas em touceiras. Adensamento de vassouras (<i>Baccharis dracunculifolia</i>) no centro da área. Estrato arbóreo composto por alguns indivíduos de angico (<i>Parapiptadenia rigida</i>) e alguns indivíduos jovens de <i>Pinus</i> sp.
Manejo indicado	Aduação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em 11 núcleos (ver item 4.3.2 e Esquema da Figura 3). Implantação de quatro (4) leiras de galharia (ver item 4.4). Implantação de quatro (4) núcleos de deposição de matéria orgânica morta (ver item 4.5). Para a distribuição dos núcleos e das leiras, indicamos o mapa da área no Apêndice 10 . A distribuição dos núcleos de mudas e das leiras deve ser por toda a área, mantendo uma distância entre núcleos de cerca de 40 m. Anotar um ponto com o GPS. Controle de árvores exóticas (ver item 4.4), como <i>Pinus</i> sp..
Pioneiras	198 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	198 mudas, distribuídas em 20 espécies.
Sementes de leguminosas	100 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 287 kg.



Figura 26: Imagens da área de restauração 19.



5.19. Área de Restauração 19

Imagens na **Figura 27** e mapa de referência no **Apêndice 11**. Corresponde a uma pequena porção, próxima a margem, da Ilha do Conselho, com histórico de erosão. Esta área não corresponde ao antigo canteiro de obras.

Superfície	0,18 hectares
Histórico de uso	Na porção próxima ao lago foram colocados troncos e galhos a fim de evitar erosão.
Condição atual	Indivíduos isolados de capim-braquiária (<i>Brachiaria</i> sp.) e predomínio de vassouras (<i>Baccharis dracunculifolia</i>) em alguns locais. Margem erodida.
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Contensão da erosão de margens (ver item 4.8), utilizando plantio em linha com espaçamento 2 x 1 m, sendo um total de 4 linhas paralelas à margem, conforme o Esquema da Figura 8 . Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em linha com espaçamento 4 x 2 m (ver item 4.3.1 e Esquema da Figura 2A), no restante da área que não foi contemplada com o plantio da 4 linhas paralelas à margem.
Pioneiras	80 mudas das espécies indicadas para plantio próximo de margens (Sarandis, Topetes-de-cardeal, Ingá, Branquilha – ver item 4.8). 30 mudas, distribuídas em 7 espécies – no esquema 4 x 2 m.
Secundárias Iniciais	30 mudas, distribuídas em 10 espécies – no esquema 4 x 2 m.
Sementes de leguminosas	40 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 7 kg.



Figura 27: Imagens da área de restauração 19.



5.20. Área de Restauração 20

Imagens na **Figura 28** e mapa de referência no **Apêndice 12**. Referente à área 63 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	2,89 hectares
Histórico de uso	Bota-fora 12 em processo de recuperação.
Condição atual	Predomínio do capim-braquiária (<i>Brachiaria</i> sp.). Presença de poucas árvores, entre elas angicos (<i>Parapiptadenia rigida</i>) de ingás (<i>Inga marginata</i>).
Manejo indicado	Contensão da erosão de margens (ver item 4.8). Plantio de 4 linhas ao longo de toda a extensão da área em paralelo à margem, conforme o Esquema da Figura 8 . Esse plantio deve ser localizado antes da porção mais plana da área. Controle de <i>Brachiaria</i> sp. através de sombreamento (ver item 4.6). Sugerimos 4 locais de 200 m ² . A quantidade de área a ser coberta vai depender da quantidade de material (preferencialmente o bagaço-de-cana) disponível. Veja recomendações no item 4.6 . Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em linha com espaçamento 4 x 2 m (ver item 4.3.1 e Esquema da Figura 2A). Esta técnica deverá iniciar na porção mais plana da área e nas porções superiores.
Pioneiras	1.000 mudas das espécies indicadas para margens (Sarandis, Topetes-de-cardeal, Ingá, Branquilha – ver item 4.8). 1.350 mudas, distribuídas em 10 espécies – 4 x 2 m.
Secundárias Iniciais	1.350 mudas, distribuídas em 20 espécies – 4 x 2 m.
Sementes de leguminosas	100 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2 . Nas porções declivosas as sementes deverão ser enterradas (cova rasa). Total para a área = 280 kg.



Figura 28: Imagens da área de restauração 20.

5.21. Área de Restauração 21

Imagens na **Figura 29** e mapa de referência no **Apêndice 13**. Referente à área 92 do Plano Diretor de Recuperação de Áreas Degradadas de 2000.

Superfície	4,27 hectares
Histórico de uso	Canteiro margem esquerda (mirante).
Condição atual	Estrato herbáceo com capim-braquiária (<i>Brachiaria</i> sp.) e rabo-de-burro (<i>Schyzachyrium microstachyum</i>), e arbustivo com predomínio de vassouras (<i>Baccharis dracunculifolia</i>).
Manejo indicado	Adubação e correção do solo (ver item 4.1). Plantio de leguminosas herbáceas (ver item 4.2). Plantio de mudas em 13 núcleos (ver item 4.3.2 e Esquema da Figura 3). Implantação de cinco (5) leiras de galharia (ver item 4.4). Para a distribuição dos núcleos e das leiras, indicamos o mapa da área no Apêndice 13 . A distribuição dos núcleos de mudas e leiras deve ser por toda a área, mantendo uma distância entre núcleos de cerca de 40 m. Anotar os pontos com GPS (Datum SAD69).
Pioneiras	234 mudas, distribuídas em 10 espécies.
Secundárias Iniciais	234 mudas, distribuídas em 20 espécies.
Sementes de leguminosas	80 kg/ha – preparar um <i>mix</i> de pelo menos 3 espécies. Ver preparo das sementes no item 4.2. Total para a área = 341 kg.



Figura 29: Imagens da área de restauração 21.



6. Considerações Finais

Ao todo, este projeto prevê oito técnicas de intervenção, sendo que a técnica de plantio de mudas compreende **três modelos distintos: em linha com espaçamento 4 x 2 m; em linha com espaçamento 4 x 4 m; em núcleos de 36 mudas**. Outras técnicas abrangem medidas **de recuperação das condições do solo**, envolvendo adubação química, correção com calagem, e adubação verde com plantio de leguminosas. Estão sendo propostas também medidas de controle, a partir da inibição do crescimento, de espécies exóticas agressivas, especialmente algumas herbáceas gramíneas que são bastante dominantes em alguns locais. E, por fim, para duas áreas em específico, são apresentadas medidas de controle de erosão das margens, com um plantio mais adensado de espécies que são tolerantes ao contato mais frequente com a lâmina d'água.

O total de mudas de espécies pioneiras a ser plantado perfaz 11.994, e de espécies secundárias iniciais perfaz 11.987. As espécies que comporão estas mudas são apresentadas na Tabela 2 e foram selecionadas a partir de uma lista fornecida pela Tractebel, com base no que é produzido no Horto Florestal da Usina de Passo Fundo. Com base na lista fornecida, foram acrescentadas algumas espécies (veja na Tabela 2), com o intuito de atingir um mínimo de diversidade de espécies para cada uma das áreas. Estas espécies deverão ser produzidas.

Além destas, está previsto o plantio de 1.080 mudas de espécies tolerantes ao contato com a margem – na técnica de controle de erosão das margens (áreas de restauração 19 e 20). As espécies indicadas para compor este total de mudas são *Calliandra tweediei*, *Calliandra brevipes* (topetes-de-cardeal; total de 615 mudas); *Terminalia australis*, *Sebastiania schottiana* (sarandis; total de 270 mudas); *Inga* spp. (ingás; total de 120 mudas); *Sebastiania commersoniana* (branquilha; total de 76 mudas).

Desta forma, estão previstas para plantio nesta etapa cerca de 25.000 mudas (plantios até 15/dez./2009 ou março-abril/2010). Em maio-junho de 2010 serão indicadas novas mudas para plantio, cerca de 2.000, provavelmente de espécies tardias, em áreas a ser definidas.

O total de quilogramas de sementes de leguminosas previsto para todas as áreas perfaz 3.803 kg.



O total de matéria orgânica fina, a ser utilizada nos núcleos de cobertura com matéria orgânica morta (item 4.5), perfaz 220 m³. Para ser incorporado nesta matéria orgânica fina, foi previsto um total de 660 kg de resíduos de “cama-de-aviário”.

Ao todo foram previstas 27 leiras de galharias com 1 m de altura por 3 m de diâmetro. Ou seja, cerca de 3 m³ (não compactado) de galhos e torras retiradas do reservatório, o que perfaz aproximadamente 81 m³.

A quantidade de matéria seca grossa (bagaço de cana ou madeira triturada) a ser adquirida vai depender, em parte, do que tiver no mercado. Na previsão, para cobrir totalmente os 1.000 m² sugeridos (áreas de restauração 4 e 20) seria necessário 20.000 kg (20 t).

Além disso, deverá ser previsto o acompanhamento regular das mudas pós-plantio para o controle de formigas, com uso de formicidas de baixo impacto ambiental.

O trabalho será monitorado por, pelo menos, 1 ano.

Abaixo apresentamos uma tabela síntese com os principais produtos que estão previstos para o projeto de restauração das áreas do antigo canteiro de obras.

Tabela 3: Síntese dos produtos e suas respectivas quantidades previstas no projeto. * a ser definido no adendo que será entregue em 15 de outubro de 2009.

Nº. item com indicações	“Produto”	Quantidade
4.3	Mudas de espécies pioneiras	11.994
4.3	Mudas de espécies secundárias	11.987
4.8	Mudas de espécies para plantio junto à margem	1.080
	Sub-total previsto neste projeto	25.061
	Mudas a serem indicadas posteriormente (05/2010)	2.000 (aprox.)
4.2	Sementes de leguminosas	3.803 kg
4.5	Matéria orgânica fina	220 m ³
4.5	Cama-de-aviário	660 kg
4.4	Leiras de galharias	81 m ³
4.6	Bagaço-de-cana	20.000 kg
4.3	Composto orgânico para as covas	12 ton.
4.1	Adubo químico	(a definir)*
4.1	Calcário	(a definir)*



7. Referências bibliográficas

- Allen E.B., Covington W.W. & Falk D.A. 1997. Developing the conceptual basis for restoration ecology. *Restoration Ecology* 5: 275-276.
- Anônimo 2000. *Plano diretor da recuperação ambiental das áreas degradadas do canteiro de obras da Usina Hidrelétrica de Machadinho*. ABG - Engenharia e Meio Ambiente,
- Espindola J.A.A., Almeida D.L. & Guerra J.G.M. 2004. *Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica*. Documentos 174. EMBRAPA, Seropédica, RJ
- Kageyama P.Y., Oliveira R., E. de, Moraes L.F.D., Engel V.L. & Gandara F.B. (eds.). 2003. *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais - FEPAF, Botucatu - SP.
- Palmer M.A., Ambrose R.F. & Poff N.L. 1997. Ecological Theory and Community Restoration Ecology. *Restor Ecology* 5: 291-300.
- Rodrigues R.R. & Gandolfi S. 2001. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: *Matas ciliares: conservação e recuperação* (eds. Rodrigues RR & Leitão Filho HF). Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP: São Paulo, pp. 235-248.
- Rodrigues R.R. & Leitão Filho H.F. (eds.). 2001. *Matas ciliares: Conservação e Recuperação*. Editora da Universidade de São Paulo - Fapesp, São Paulo.
- Seiffert N.F. & Miranda C.H.B. 1983. *Recomendações para inoculação e peletização de sementes de leguminosas forrageiras tropicais*. Comunicado Técnico N. 17. EMBRAPA,
- Tedesco M.J., Gianello C., Bissani C.A., Bohnen H. & Enrkweiss S.J. 1995. *Análises de solo, plantas e outros materiais* Porto Alegre, 174 p.
- Temperton V.M., Hobbs R.J., Nuttle T. & Halle S. (eds.)
2004. *Assembly rules and restoration ecology: bridging the gap between theory and practice*. Island Press, Washington.